

Resum - Desenvolupament d'un sistema de localització de pacient en temps real basat en BLE per a un bloc quirúrgic

Actualment són molts els hospitals que incorporen sistemes de Localització en Temps Real (RTLS) als seus processos. Concretament, en l'entorn d'un Bloc Quirúrgic, un sistema d'aquest tipus permet seguir amb precisió el moviment dels pacients des de la seva arribada fins a la sala d'operacions, assegurant-ne la ubicació adequada i registrant automàticament els temps quirúrgics als historials clínics. A més, ofereix actualitzacions en temps real als familiars dels pacients, optimitza el flux de treball quirúrgic i possibilita una gestió eficient de l'espai dins el bloc quirúrgic. Això millora el rendiment quirúrgic i redueix els costos hospitalaris.

L'estudi s'ha centrat en millorar el sistema de Localització en Temps Real (RTLS) ja implementat en una àrea quirúrgica d'un hospital comarcal de 400 llits a Catalunya. Aquest sistema utilitza 29 antenes BLE estratègicament situades per capturar senyals de balises, que es vinculen a polseres assignades als pacients. No obstant això, el sistema presenta problemes de processament de senyals que dificulten la determinació precisa i en temps real de la ubicació dels pacients. El nostre objectiu és abordar aquestes limitacions i millorar la fiabilitat del senyal BLE.

Per aconseguir aquest objectiu, s'han seguit una sèrie de passos. En primer lloc, es van estudiar les àrees de l'entorn quirúrgic de l'hospital i la disposició de les antenes BLE a través de plànols de l'àrea d'estudi. En segon lloc, es van recopilar els senyals de les antenes mitjançant un script de Python que es connecta al sistema. Aquest, registra els temps de lectura de cada antena, així com el senyal RSSI (Received Signal Strength Indicator) en dBm i l'adreça identificativa per a cada pacient. També, es van recollir moviments i ubicacions reals de diversos pacients, així com els seus temps d'estada en una determinada àrea mitjançant l'observació del procés. Aquestes dades es fan servir per verificar la informació captada per les antenes i determinar la posició precisa dels pacients.

A continuació, es va utilitzar Jupyter Notebook per analitzar i estudiar el comportament del senyal. L'anàlisi es va centrar en les àrees de quiròfans centrals i la sala de reanimació, i es va demostrar que el senyal RSSI sol ser inestable i susceptible a interferències de les antenes properes a la ubicació real del pacient. Això va destacar la necessitat de processar i filtrar aquest senyal per millorar la seva qualitat. El pas següent va ser utilitzar diferents filtres com el de mitjana mòbil, el de Kalman i el de màxim per millorar la seva estabilitat i fiabilitat.

Seguidament, es van aplicar els filtres sobre el conjunt de dades complet. Després de diversos processaments, es va obtenir un fitxer per a cada pacient amb els diferents valors de cada antena. A més, es guarda una columna amb l'antena que rep el senyal més intens, i per tant prediem on es troba el pacient. Juntament amb les posicions reals dels pacients es va calcular la precisió d'aquest sistema per determinar el millor filtratge. Es va observar que, en general, tots donaven una bona precisió en la localització a nivell de sala. Es va comprovar que un filtre que recull el valor màxim cada 30 segons té una alta precisió per ubicar els pacients dins els diferents quiròfans i sales.

Per aconseguir la localització a nivell de llit, es van emprar diferents algorismes d'intel·ligència artificial. Es van aconseguir molt bons resultats en el cas de la xarxa neuronal RNN (Recurrent neural network). Aquesta té en compte l'aspecte temporal i permet localitzar el pacient de manera precisa dins l'àrea de reanimació.

En conclusió, el treball efectuat ha aportat una millora significativa en la precisió d'un sistema RTLS dissenyat per localitzar pacients dins del bloc quirúrgic d'un hospital. Mitjançant l'aplicació de condicionament de dades i tècniques d'intel·ligència artificial, s'ha aconseguit augmentar de manera substancial la precisió d'aquest sistema, permetent la localització precisa dels pacients tant a nivell d'espai o sala com a nivell de llit.